

Лекция № 5-6

Модель медицинского технологического процесса. Особенности проведения медико-биологических исследований

Конструкты и элементы медицинского технологического процесса

Будем выделять основные конструкты и основные элементы медицинского технологического процесса. К числу основных конструктов будем относить ограничения, императивы и операторы, а к числу элементов — лечебные мероприятия.

Будем полагать что, в общем случае, каждое лечебное мероприятие состоит из ограничений, императивов и операторов. Если императивы и операторы называть операциями, то можно считать, что каждое лечебное мероприятие состоит из ограничений и операций.

Это означает, что каждый элемент МТП (лечебное мероприятие) можно представить в виде упорядоченной тройки основных конструктов

$$\langle Con(t_i), Imp(t_i), O(t_i, t_{i+1}, T_i, V_i, Loc_i) \rangle$$

Здесь $Con(t_i), Imp(t_i), O(t_i, t_{i+1}, T_i, V_i, Loc_i)$ означают некоторые конкретные ограничения, императивы и операторы соответственно.

Всякому этапу технологического процесса соответствует некоторое множество лечебных мероприятий. Это означает, что i -й этап технологического процесса можно представить некоторым множеством элементов, образующим подмножество E декартова произведения

$$CON(t_i) \times IMP(t_i) \times O(t_i, t_{i+1}, T_i, V_i, Loc_i):$$

$$E \subseteq CON(t_i) \times IMP(t_i) \times O$$

где $CON(t_i)$ — множество ограничений, $IMP(t_i)$ — множество императивов, O — множество операторов.

Заметим, что с операторами из семейства O могут быть связаны некоторые условия, определяющие применимость операторов и, тем самым, выделяющие точки ветвления медицинского технологического процесса.

Для описания модели медицинского технологического процесса введем множество I с заданным на нём отношением линейного порядка \leq , множества CON , IMP и O и отображения: $CON^I : I \rightarrow CON$, $IMP^I : I \rightarrow IMP$ и $O^I : Int \rightarrow O$, где $Int \subseteq I \times I$ такие что,

$$\forall_i \in I \quad CON^I(i) = Con(i),$$

$$\forall_i \in I \quad IMP^I(i) = Imp(i),$$

$$\forall(i_1, i_2) \in Int \quad O^I(i_1, i_2) = O(i_1, i_2, T_i, V_i, Loc_i)$$

Разумеется, $Con(i)$, $Imp(i)$ и $O(i_1, i_2, T_i, V_i, Loc_i)$ суть элементы CON , IMP и O , соответственно.

Тогда восьмерку

$$M = \langle I, Int, CON, IMP, O, CON^I, IMP^I, O^I \rangle$$

будем называть моделью медицинского технологического процесса.

Опишем теперь каждую компоненту модели более точно.

Далее вместо i будем иногда использовать t . Ограничения $Con(t)$ включают: требования на продолжительность этапа — $L(t)$; наиболее важные показатели, требующие объективного исследования — $P(t)$; критерии перевода в другое отделение — Ktr ; критериальное подтверждение диагноза — Kds ; критерии выписки из стационара — K ; критерии (условия) применимости оператора — C . Иначе говоря, $Con(t) = (L(t) \& P(t) \& Ktr(t) \& Kds \& K \& C)$. В дальнейшем мы будем заменять знак «&» запятой. Императивы $Imp(t)$: указания по выбору специалистов — $Ch(t)$; манипуляции — $M(t)$; инструментальные и лабораторные исследования — $Rch(t)$, т.е. $Irnp(t) = (Ch(t), M(t), Rch(t))$.

Рассмотрим примеры фрагментов некоторых технологических карт.

Ниже (курсивом) приведены фрагменты технологической карты бронхиальной астмы.

Выполняется оценка состояния и в зависимости от этого продолжается то или иное лечение.

Мониторирование состояния через 15-80 мин после начала лечения. При исчезновении свистящих хрипов и при ПСВ > 80 % от лучших или должных не менее 4 часов продолжить прием β_2 -агонистов каждые 3-4 часа.

Выделим основные элементы этого описания.

Манипуляции: $M(t_1) =$ Мониторирование состояния через 15-30 мин после начала лечения:

Выполняется оценка состояния. На этой фазе выделяются наиболее важные показатели, требующие объективного исследования:

Оператор O_2 :

$O_2 =$ [Продолжить прием β_2 -агонистов] (Т: 3-4 часа, Лос: ПО).

Здесь 3-4 часа — периодичность выполнения.

Остаются свистящие хрипы, ПСВ 60-80 % от лучших или должных.

1. *Предложить госпитализацию.*
2. *При отказе от госпитализации: продолжить ингаляции β_2 -агонистов в прежних дозах каждый час; преднизолон внутрь 80 мг; осмотр пульмонологом для коррекции базисной терапии.*

$P_1(t_2) =$ Остаются свистящие хрипы, ПСВ = 80-80% от лучших или должных.

$Imp_2(t_2) =$ Предложить госпитализацию.

$O_3 =$ [Продолжить ингаляции β_2 -агонистов] (Т: 1 час, V: 200-400 мкг, Лос: ПО).

$O_4 =$ [Преднизолон внутрь] (V: 30 мг, Лос: ПО).

Нарастание симптоматики, ПСВ менее 60 % от лучших или должных.

1. *Продолжить ингаляции β_2 -агонистов + ГКС перорально {преднизолон 30 мг} + ингаляции атровента 40 мкг с помощью*

дозированного аэрозоля или 0,5 мг через небулайзер или эуфиллин 2,4% — 10,0 внутривенно медленно.

2. Госпитализация в стационар.

$P_2(t_2)$ — Нарастание симптоматики \cup ПСВ < 60 % от лучших или должных.

O_3 = [Продолжить ингаляции β_2 -агонистов] (Т: 1 час, V: 200-400 мкг, Лое: ПО).

O_4 = [Преднизолон внутрь] (V: 30 мг, Лос: ПО)

O_5 = [Ингаляции атровента с помощью дозированного аэрозоля] (V: 40 мкг).

O_6 = [Ингаляции атровента через небулайзер] (V: 0,5 мг)

O_7 = [Эуфиллин 2,4% внутривенно медленно] (V: 10,0).

$M(t_2)$ = Госпитализация в стационар.

Маршруты и маршрутизация

В представлении МТП кроме тех элементов, которые были описаны выше, должны быть отражены и структурные характеристики этапов технологического процесса и его подпроцессов. К таким характеристикам отнесём, прежде всего, свойства отношений, заданных на множестве элементов технологического процесса.

Как было сказано ранее этап медицинского технологического процесса представляется следующим образом:

$$E \subseteq CON(t_i) \times IMP(t_i) \times O$$

Однако при такой записи остается в стороне вопрос о том, в какой последовательности выполнять операторы из множества O .

Так в примере, рассмотренном выше, начальная терапия на догоспитальном этапе и продолжение лечения описываются операторами $O_1—O_{10}$, императивами $M(t_1)$, $M(t_2)$ и $M(t_3)$, ограничениями $P_1(t_2)$, $P_2(t_2)$ и $P_3(t_3)$, при этом как порядок их выполнения, так и применимость могут зависеть от выполнения некоторых условий.

Таким образом, когда мы говорим о структуре, то имеем в виду не столько структуру множества O , т. е. структуру множества операторов, сколько структуру множества E , т.е. множества элементов МТП.

Такие структуры применительно к технологическим процессам принято называть *маршрутами*, а задачу составления маршрутов — *маршрутизацией*.

Выделяют четыре вида маршрутизации:

- последовательная,
- параллельная,
- условная
- и итеративная.

Последовательная маршрутизация соответствует временному отношению строгого линейного порядка на множестве элементов. Это

означает, что лечебное мероприятие $e(t_2) \in E$ может быть выполнено только после того, как будет выполнено $e(t_1) \in E$.

Параллельная маршрутизация означает, что порядок выполнения лечебных мероприятий не имеет значения.

Условная маршрутизация соответствует выбору между двумя или более маршрутами.

Итеративная маршрутизация соответствует повторению некоторого маршрута, пока не будут выполнены некоторые критерии.

То обстоятельство, что два элемента принадлежат отношению строгого линейного порядка, будем обозначать символом « \rightarrow ». Параллельную маршрутизацию будем обозначать символом « \leftrightarrow ». Условная маршрутизация обозначается символом « $\uparrow\downarrow$ ». Итеративная маршрутизация, т.е. то обстоятельство, что последовательность элементов повторяется до выполнения некоторого критерия, например, Kt , будет записываться следующим образом:

(...) Kt , где в скобках — повторяемая последовательность операций, а Kt — критерий окончания повторения.

Итак, медицинский технологический процесс в самом общем виде может быть представлен следующим образом:

$$E_1 \rightarrow E_2 \rightarrow \dots \rightarrow E_n$$

где E_i — этапы технологического процесса ($i = 1, 2, \dots, n$).

Каждый из этапов является структурированным множеством элементов. Например, для этапа E_1 оно может иметь вид:

$$(e_{11} \rightarrow e_{12} \rightarrow (e_{13} \leftrightarrow e_{14}) \rightarrow (e_{15} \uparrow\downarrow e_{16}))$$

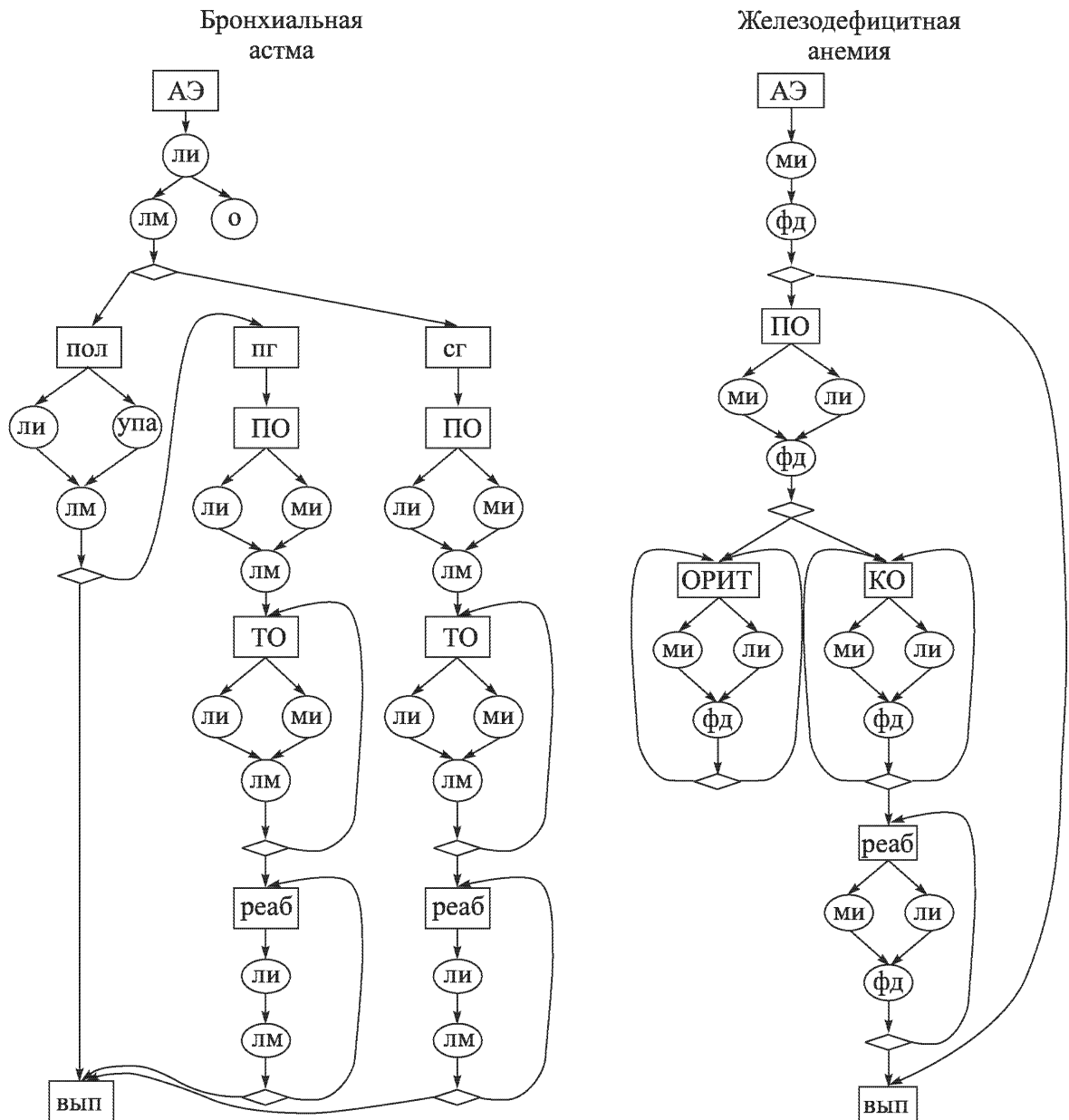
Здесь у каждого элемента первый нижний индекс означает номер этапа, второй — номер в этапе.

Эта запись означает, что элементы e_{11} и e_{12} выполняются строго последовательно, затем в любой последовательности выполняются e_{13} и e_{14} и после выполнения этих мероприятий выполняется один из элементов e_{15} или e_{16} , в зависимости от выполнения условий, входящих в ограничения элемента e_{15} и в ограничения мероприятия e_{16} .

Графическое представление медицинских технологических процессов

Рассмотрим теперь графическое представление медицинских технологических процессов (рис. 5.1). Для этого примем следующие соглашения: графическое изображение технологических процессов представляет собой набор активных графических объектов (прямоугольников и эллипсов) и условий, изображаемых ромбами. В прямоугольниках указано место лечения больного, а в эллипсах — лечебные операторы и манипуляции, выполняемые в рамках технологического процесса. Последовательное расположение стрелок указывает на строго последовательные лечебные мероприятия, две стрелки, исходящие из одного прямоугольника или эллипса свидетельствуют о параллельной маршрутизации, две стрелки исходящие из

ромба означают условную маршрутизацию, а стрелка (или направленная кривая линия), исходящая из ромба и входящая в некоторую вершину, предшествующую исходящей, обозначает итеративную маршрутизацию. Эти соглашения использованы ниже для представления (разумеется, упрощенного) медицинских технологических процессов бронхиальной астмы и железодефицитной анемии.



АЭ — амбулаторный этап, МИ — манипуляции и исследования, ЛИ — лабораторные исследования, фд — физикальные данные, ПО — приемное отделение, ОРИТ — отделение реанимации, КО — клиническое отделение, реаб - реабилитация, вып — выписка, ЛМ — лечебные мероприятия, О — оценка тяжести обострения, у па — установление причин анемии, пол — поликлиника, пг — плановая госпитализация, сг — срочная госпитализация, ТО — терапевтическое отделение

Сформулируем ряда факторов, которые обуславливают особенности проведения МБИ.

1. Сложность организации и функционирования организма, специфические особенности биологического объекта как объекта исследований, разнообразие биологических объектов, которые могут стать объектами медико-биологических исследований.

2. Наличие двух подходов к оценке состояния организма:

физиологический - проведение исследований непосредственно на организме и аналитический - исследование биопроб, взятых из внутренней среды организма.

3 Затруднения при исследованиях внутренней среды организма без нарушения его целостности. Использование внутренних полостей и введение в них измерительных преобразователей часто сопряжены с неприятными, и даже токсичными реакциями со стороны организма. Это обстоятельство привело к развитию аналитических методов изучения биопроб.

4. Сложность взаимосвязей физических и физико-химических проявлений жизнедеятельности организма с медико-биологическими показателями и физиологическими процессами; характер этой связи априорно не всегда полностью известен.

5. Отображение одного и того же физиологического процесса одновременно во многих физических проявлениях, что позволяет предложить разнообразные методы исследования примерно с одинаковыми диагностическими возможностями.

6 Отсутствие универсального метода или группы методов, которые могли бы дать полное представление о состоянии организма, приводит к необходимости выбора комплекса используемых одновременно методов изучения практически для каждой из медико-биологических задач.

7. Разнообразие медико-биологических показателей и физиологических процессов, знание которых необходимо для диагностики состояния организма. Они могут быть определены с помощью всяких методов, однако их физическая природа приводит к разным погрешностям, поэтому результаты исследований могут не совпадать.

8. Трудность учета всех одновременно и активно воздействующих на организм посторонних факторов, изменяющих значения регистрируемых параметров. Особое место при этом занимают психофизиологические факторы, влияние которых на величину измеряемых параметров носит случайный непредсказуемый характер и может существенно исказить результат.

9. Необходимость точного выполнения методических приемов подготовки биообъекта (организма, органа, биоткани или вещества, взятого из внутренней среды) к исследовательскому эксперименту. Любой эксперимент с биологическим объектом даже в самых простых случаях требует внимательного отношения к последовательности и тщательности выполнения всех этапов, имеющих отношение к его проведению.

10. **Необходимость учета индивидуального разброса** измеряемых показателей, их внутригрупповой изменчивости, влияния анатомо-физиологических особенностей конкретного исследуемого организма.

11. **Подвижность объекта исследования** со сложным и в большинстве случаев неизвестным законом движения, что создает методические трудности при учете влияния характера движения на регистрируемые процессы и параметры.

12. **Сложность технологических схем выполнения** медико-биологических экспериментов, включающих два основных этапа - подготовки объекта исследования и непосредственно самого исследования - и большое число разнообразных операций как по подготовке, так и по исследованию.